

Análise da intensidade de ruído em um sistema de secagem de grãos

Noise intensity analysis in a grain drying system

Arlindo Modesto Antunes 

Doutor em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
arlindo.modesto1@hotmail.com

Paulo Roberto França da Costa 

Graduando em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
myrellakaraujo@gmail.com

Naeliton de Aquino Goncalves 

Graduando em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
gnaelitonaquino@gmail.com

Antônio Marcio Barreto da Silva 

Graduado em Biologia
Universidade do Vale do Acaraú
marciobarreto32@hotmail.com

Cristiane Fernandes Lisboa 

Doutora em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
cristiane.lisboa@ufvim.edu.br

Myrella Katlhen da Cunha de Araujo 

Doutora em Ciências Agrárias
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
myrellakaraujo@gmail.com



[https://doi.org/ 10.28998/rca.23.17625](https://doi.org/10.28998/rca.23.17625)

Artigo publicado sob a [Licença Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Submetido em: 25/04/2024

Aceito em: 20/02/2025

Publicado: 12/07/2025

e-Location: 17625

Bruna Sayuri Fujiyama 

Doutora em Engenharia Agrícola
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil
bruna.sayuri@ufra.edu.br

Resumo

A exposição ao ruído em ambientes insalubres ameaça a saúde dos trabalhadores, causa problemas auditivos, psicológicos e aumenta o risco de acidentes. O presente estudo avaliou a intensidade do ruído em um sistema de secagem de grãos, desenvolvido na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - campus Tomé-Açu, considerando três vazões de ar (ângulos 90°, 45° e 30°) e três distâncias (1,0, 3,0 e 5,0 m). As leituras foram realizadas a cada 15 minutos durante 06h00, em ambiente fechado. Os resultados indicaram que os níveis de ruído ultrapassaram os limites de tolerância estabelecidos pela norma, entre 105 e 110 dB em todas as distâncias analisadas. A maior intensidade ocorreu nos ângulos de 90° e 45°, especialmente a 3,0m, devido à maior velocidade do ar e ao efeito de ecos. A exposição prolongada a níveis de 110 dB pode prejudicar a saúde auditiva. Portanto, a pesquisa contribui para a conscientização sobre os riscos do ruído ocupacional e destaca a importância do cumprimento das normas regulatórias para garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para os trabalhadores da armazenagem de grãos.

Palavras-chave: Impacto ambiental; Saúde auditiva; Ergonomia

Abstract

Noise exposure in unhealthy environments poses a threat to workers' health, causing auditory and psychological issues and increasing the risk of accidents. This study evaluated noise intensity in a grain drying system developed at the Federal Rural University of Amazonia (UFRA) - Tomé-Açu campus, considering three airflows (angles of 90°, 45°, and 30°) and three distances (1.0, 3.0, and 5.0 m). Measurements were taken every 15 minutes over a 6-hour period in an enclosed environment. The results showed that noise levels exceeded the tolerance limits established by regulations, ranging from 105 to 110 dB at all analyzed distances. The highest intensity was observed at 90° and 45° angles, particularly at 3.0 m, due to higher air

velocity and echo effects. Prolonged exposure to levels of 110 dB can harm auditory health. Therefore, this research raises awareness of the risks of occupational noise and underscores the importance of adhering to regulatory standards to ensure a safe and healthy working environment for grain storage workers.

Keywords: *Environmental impact; Auditory health; Ergonomics*

INTRODUÇÃO

O ruído é um risco ambiental, especialmente para os trabalhadores expostos a atividades em locais insalubres (Dias et al., 2019). Entre os malefícios ocasionados, destaca-se a perda auditiva induzida por ruído (PAIR), uma condição irreversível que se desenvolve gradualmente e pode comprometer a audição do colaborador de forma parcial ou total (Bazeio et al., 2022). Segundo as diretrizes de Sousa Neto et al. (2021), a Norma Regulamentadora No. 15 (NR-15) classifica o ruído em categorias, como contínuo, intermitente, impulsivo e de impacto, cada uma com características específicas que devem ser consideradas na avaliação e controle dos riscos associados à exposição sonora no ambiente de trabalho.

Segundo Halliday (2010), o som é definido como uma onda longitudinal, e sua velocidade de propagação depende das propriedades inerciais do meio, variando sua intensidade de acordo com a distância. O ruído, por sua vez, é uma vibração acústica com características indefinidas de variações de pressão em função da frequência, podendo existir uma forma aleatória de variações de pressão em uma dada frequência (Saliba, 2023).

A exposição ao ruído é relevante para os trabalhadores da armazenagem de grãos, sendo a NR-15 responsável por garantir a saúde dos colaboradores e conservar as boas práticas de trabalho (Dias et al., 2019). A norma abrange tanto os limites de tolerância para agentes físicos, químicos e biológicos, nos casos em que a contaminação ambiental pode ser quantificada, quanto a identificação qualitativa de situações em que o trabalho é considerado insalubre (Ministério do Trabalho e Emprego, 2023). O estudo de Santos (2022) destaca que a exposição prolongada a ruídos intensos pode resultar em problemas psicológicos, dificuldades de comunicação, estresse, distúrbios do sono, danos auditivos permanentes e um aumento na incidência de acidentes no ambiente de trabalho e no trânsito.

A sensibilidade auditiva humana varia conforme a frequência do som, afeta diretamente a capacidade de tolerar sons desconfortáveis e os limiares de audição. Jornadas de trabalho que expõem excessivamente os colaboradores a esses ambientes comprometem sua saúde e qualidade de vida (Resnick et al., 2017). A PAIR é um problema de saúde auditiva que resulta da exposição prolongada a níveis elevados de som ou ruído, condição neurossensorial, bilateral e irreversível (Vieira et al., 2022). Portanto, é necessário implementar medidas de controle e prevenção nos ambientes de trabalho, a fim de minimizar a exposição ao ruído e preservar a saúde auditiva dos colaboradores, garantir melhores condições de segurança e qualidade de vida. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a intensidade do ruído emitido por um sistema de secagem de grãos, considera ângulos de abertura da válvula (três vazões de ar) e três distâncias em ambiente fechado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de engenharia rural da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no campus de Tomé-Açu, localizado sob coordenadas geográficas Latitude: -2.41474º, Longitude: -48.1499º, na região nordeste do estado do Pará. O clima é classificado como mesotérmico e úmido tipo Ami, de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual de 26 °C e umidade relativa do ar em torno de 85%. A média anual de precipitação é de 2.300 mm (Santos et al., 2019).

Para a condução do estudo, utilizou-se um sistema de secagem de grãos por convecção forçada composto por ventilador centrífugo de pás curvadas para trás movido por um motor trifásico de potência mecânica de 735 W, com sistema de aquecimento do ar por meio de três resistências aletadas do tipo “U”, sendo duas com potência de 1,2 kW e uma com 1,5 kW (Vaz Junior et al., 2018) (Figura 1). O nível de pressão sonora instantâneo e ruído produzido pelo secador foram mensurados com um aparelho decibelímetro modelo DL-1100 da marca ICEL Manaus, com frequência de 31,5 kHz ajustada na ponderação A.

Figura 1 - Protótipo de secador acompanhado pelo sistema para captação de dados de intensidade de ruído.



A metodologia adotada foi adaptada de Vaz Junior et al. (2018), com delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x3, considerando três ângulos de abertura da válvula (90°, 45° e 30°) e três distâncias (1,0, 3,0 e 5,0 m). A vazão de ar foi ajustada conforme os ângulos de abertura da válvula posicionada na entrada da sucção de ar. A vazão (Q) foi determinada através da relação entre a área de seção transversal da tubulação (m^2) (A) e a velocidade de escoamento do ar de aeração (m/s) (V). A velocidade do ar foi mensurada através de um anemômetro digital com capacidade de verificação de velocidade do ar de 0-30 m/s e precisão de 0,1 m/s.

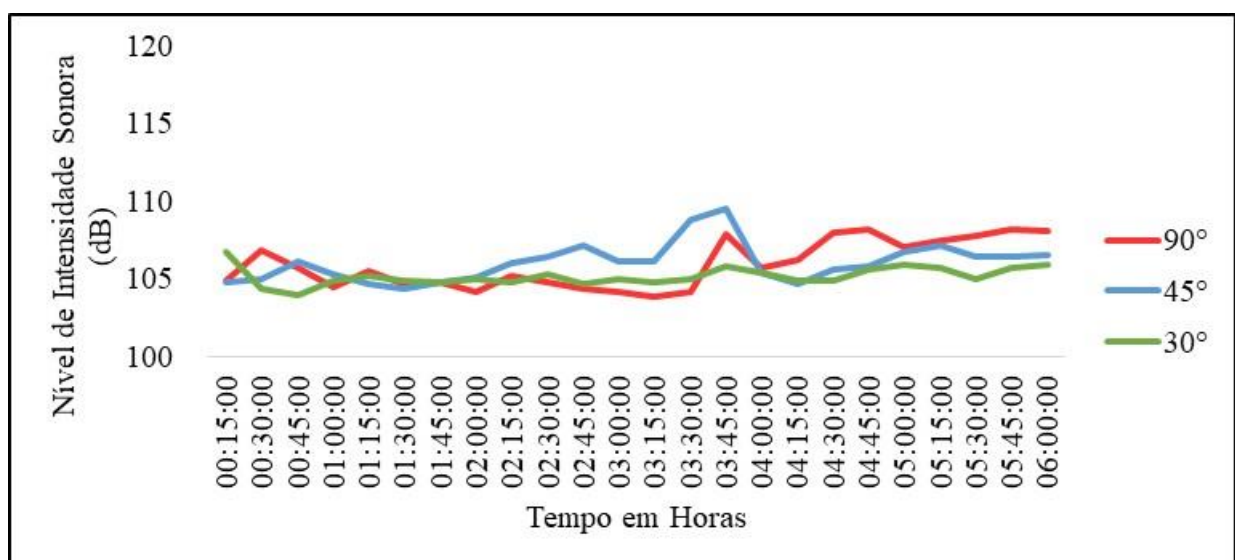
Os testes no equipamento que indicaram os seguintes valores para os ângulos: 90°, a velocidade média foi de 26,00 m/s \pm 0,210, com uma vazão de 12,20 m^3/min ; 45°, a velocidade média foi de 20,6 m/s \pm 0,155, com vazão de 9,09 m^3/min ; e 30°, a velocidade média foi de 14,28 m/s \pm 0,086, com vazão de 6,17 m^3/min . Os ângulos consideram a eficiência de secagem, uma vez que secagens realizadas com fluxos de ar inferiores a 6 $m^3 \cdot min^{-1}$ podem aumentar o tempo necessário para a secagem, enquanto fluxos superiores a 20 $m^3 \cdot min^{-1}$ podem resultar em perdas econômicas durante o processo de secagem dos grãos (Rodrigues et al., 2002).

As leituras foram realizadas a cada 15 minutos durante 06h00, em ambiente fechado. Os dados coletados foram digitalizados em uma planilha eletrônica e plotados em gráficos utilizando o programa Excel 2013.

RESULTADOS OU ANÁLISES E DISCUSSÕES

Os dados referentes à distância de 1,0 m apresentaram níveis de intensidade sonora variáveis entre 105 e 108 decibéis (dB) (Figura 2). A partir de 03h45, houve um aumento na intensidade sonora, que atingiu 110 dB. Os ângulos de 90° e 45° foram os que demonstraram os maiores níveis de intensidade sonora após esse período de tempo específico.

Figura 2 - Nível de ruído nos ângulos de 90°, 45° e 30° medido à 1,0 m de distância do secador.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

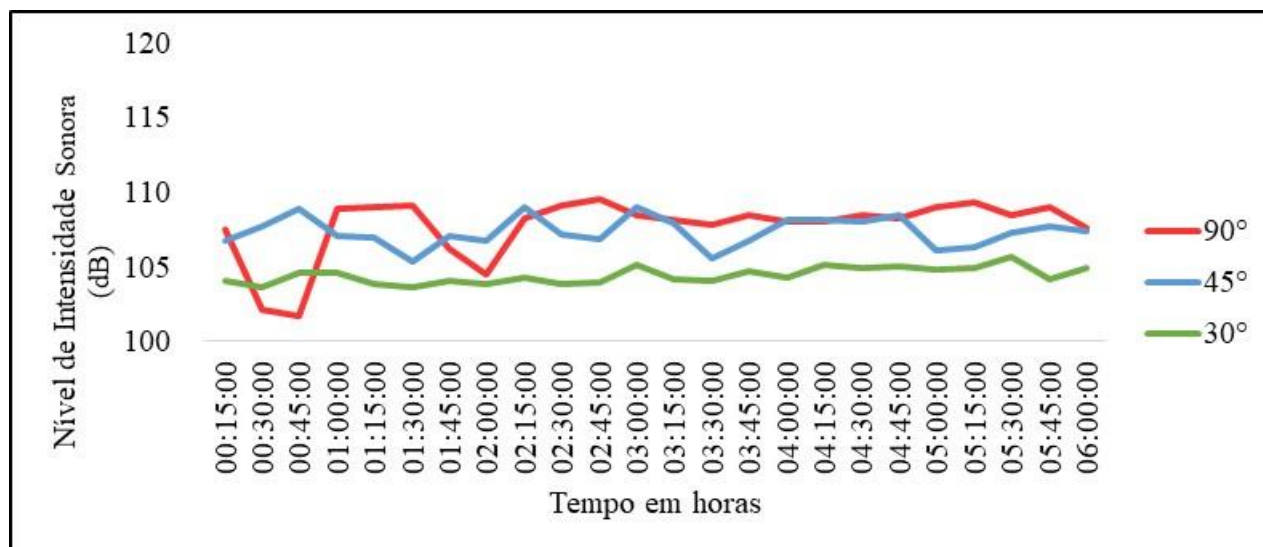
Os dados referentes à distância de 3,0 m apresentaram desde o início a intensidade sonora de 110 dB para os ângulos de 90° e 45° (Figura 3). Para os ângulos de 30°, os valores foram próximos de 105 dB. Após 05h30 os níveis de intensidade sonora ultrapassaram os 105 dB, que indica o aumento no ruído ao longo do tempo.

Na distância de 5,0 m houve um incremento gradual na intensidade sonora nos ângulos de 90° e 45°, com pico próximo a 110 dB após 02h15 (Figura 4). Em contrapartida, durante toda a duração do experimento, a intensidade sonora no ângulo de 30° permaneceu abaixo de 105 dB.

Os níveis de intensidade de ruído revelaram que, em todas as três distâncias analisadas, os valores excederam o limite de tolerância estabelecido, uma vez que a NR-15 estabelece para atividades e operações insalubres o nível de ruído de 87 dB para a máxima

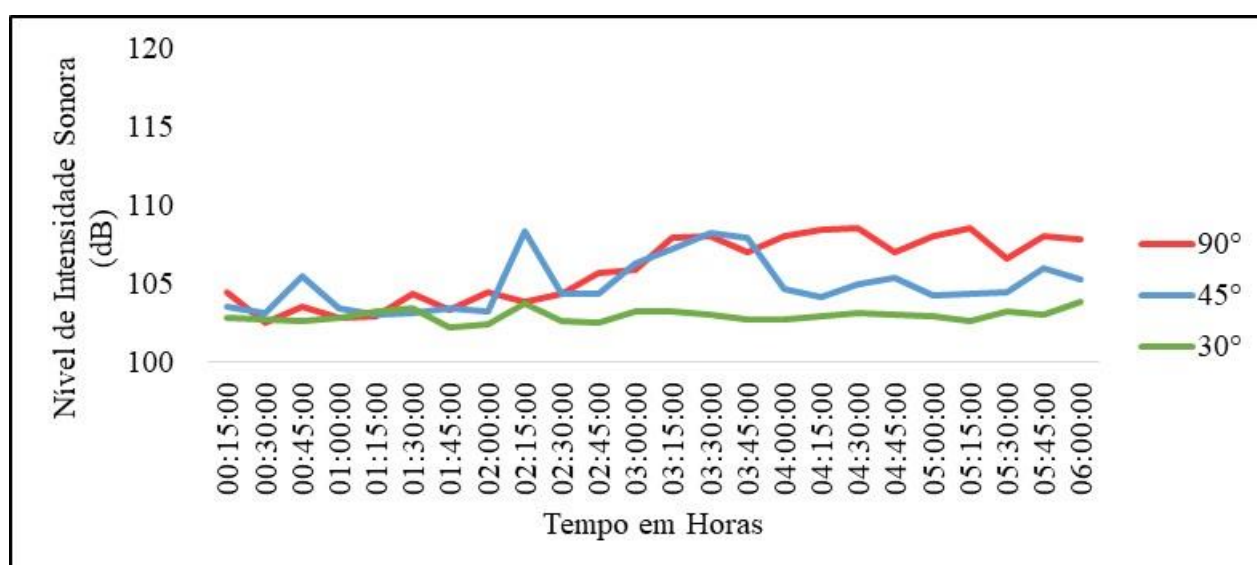
exposição diária permissível de 06h (Ministério do Trabalho e Previdência, 2022). No entanto, os ângulos de 90° e 45° revelaram os níveis de ruído mais elevados, aproximadamente 110 dB em todas as distâncias analisadas.

Figura 3 - Nível de ruído nos ângulos de 90°, 45° e 30° medido à 3,0 m de distância do secador.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Figura 4 - Nível de ruído nos ângulos de 90°, 45° e 30° medido à 5,0 m de distância do secador.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Entre as distâncias, foi na medida realizada a 3,0 m do secador que foram observadas as maiores variações e intensidades de ruído. Acreditamos que devido a maior velocidade do ar pode ter ocasionado maior atrito com o material. Além do ambiente ter interferido na intensidade devido a produção de ecos (ondas sonoras refletidas) que se superpõem aos originais.

O som a 110 dB é considerado alto e pode representar um risco à saúde auditiva em exposições prolongadas. Saliba (2023) ressalta que uma pressão sonora de 6,30957 N/m², equivalente a 110 dB, possui, conforme a NR-15 (anexo 1) um limite máximo de exposição de 15 minutos. Weng (2023) complementa que a NR-15 estabelece uma relação inversa entre o nível de ruído e o tempo de exposição permitido: quanto maior o nível de ruído, menor o tempo seguro de exposição. Por exemplo, em uma jornada de trabalho de 08h00, o limite máximo permitido é de 85 dB.

Um estudo conduzido por Dias et al. (2019) sobre avaliação do ruído ambiental em uma unidade de armazenagem de grãos na região sul do Brasil revelou que os funcionários ficaram expostos a um nível médio de pressão sonora de 75,1 dB(A), medido com decibelímetros posicionados a 1,30 m de altura. O funcionário que utilizava o dosímetro apresentou uma exposição média de 71,3 dB(A), enquanto o trabalhador localizado próximo ao decibelímetro registrou um nível médio de 75,1 dB(A), ambos inferiores aos valores obtidos no presente estudo.

Nossos resultados foram próximos aos observados por Cunha e Teodoro (2006) em relação ao nível de ruído produzido por três derrigadores mecânicos portáteis para colheita de café e dois pulverizadores costais motorizados, em afastamento de 5, 10 e 15 m. Os autores observaram níveis de ruído junto ao ouvido do operador, emitidos pelos derrigadores em aceleração máxima, de 104,6 dB(A), 100,7 dB(A) e 102,2 dB(A). Além disso, os dois pulverizadores também apresentaram níveis de ruído acima do recomendado, registrando 104,2 dB(A) e 104,0 dB(A), respectivamente.

Os resultados destacam a importância de promover a conscientização sobre os riscos associados à exposição prolongada a níveis elevados de ruído e de adotar estratégias que mitiguem esses riscos para assegurar um ambiente de trabalho seguro e saudável. Os níveis

de intensidade sonora excederam consistentemente os limites estabelecidos pela NR-15, independentemente das distâncias avaliadas. Diante disso, é imprescindível o uso de equipamentos de proteção individual, como protetores auriculares, e a minimização da exposição ao ruído sempre que possível. Além disso, é recomendável implementar um Programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO) para monitorar e controlar a exposição à pressão sonora em níveis elevados.

REFERÊNCIAS

BAZEIO, L. B.; CLAUDIO, B. R.; COLISSE, M. C.; GALLO, E. L.; DIAS, L. S. Estudo sobre os impactos do ruído na saúde dos trabalhadores no setor da construção civil. **Revista Científica Intellectus**, v. 66, n. 1, p. 81, 2022.

CUNHA, J. P. A. R.; TEODORO, R. E. F. Avaliação do nível de ruído em derriçadores e pulverizadores motorizados portáteis utilizados em lavouras de café. **Bioscience Journal**, v. 22, p. 71-77, 2006.

DIAS, J. P. S.; LOSEKAN, I.; SILVA, T. L.; STRAPASON, B. R.; GOMIDE, D.S.; FRANZ, L. A. S. Avaliação do ruído ambiental em uma unidade de armazenagem de grãos localizada na região Sul do Brasil. **Vértices**. 21, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/6257/625767707006/html/>. Acesso em: 24 de abril de 2024.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física: gravitação, ondas e termodinâmica**. 10 no; LTC: Rio de Janeiro, 2016; 312 p.

Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora No. 15 (NR-15). 2023. URL (<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>). (26 de janeiro de 2025).

Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora n.º 15 – Atividades e Operações Insalubres. Portaria MTP n.º 806, de 13 de abril de 2022. URL (<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf>). (26 de janeiro de 2025).

RESNICK, R.; HALLIDAY, D.; KRANE, K. S. **Física**. 5 no. LTC: Rio de Janeiro, 2017, 348 p.

RODRIGUES, M. E. A.; ALMEIDA, F. P. G.; SILVA, M. M. Avaliação da temperatura e velocidade do ar na secagem de Goiaba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 2, p. 141–147, 2002.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Higiene Ocupacional e PGR: Avaliação e controle dos riscos ambientais**. 12 no. LTr Editora, 2023, 416 p.

SANTOS, L. S.; NAHUM, J. S.; SANTOS, C. B.; SILVA JUNIOR, O. M. Paisagem rural da microrregião de Tomé-Açu sob a ótica bertrandiana. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, p. 2694-2715, 2019.

SANTOS, D. J. L. **Análise de conformidade da NR 33 em um espaço confinado de uma unidade de beneficiamento de grãos**. 2022. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé.

SOUSA NETO, A. T. M. **Avaliação de ruído e sua relação com os benefícios da insalubridade e previdência social**. Novas dinâmicas das engenharias: atualidades e perspectivas. 2021.

VAZ JUNIOR, O. A.; ANTUNES, A. M.; DUARTE, G. M. Análise da intensidade do ruído em um sistema de secagem de grãos desenvolvido na UFRA campus Tomé-Açu. In: Anais do II Seminário de Integração da UFRA e XVI Seminário de Iniciação Científica. **Anais...Tomé-Açu (PA) UFRA**, 2018.

Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/integraufra/132505-analise-da-intensidade-do-ruído-em-um-sistema-de-secagem-de-grãos-desenvolvido-na-ufra-campus-tome-acu>. Acesso em: 24 de abril de 2024.

VIEIRA, H. R. A. L.; BORGES, I. V. V.; TAGLIATTE, M. S.; SOUZA, J. G. B.; CHAGAS, H. S.; REIS JUNIOR, A. G. Perda auditiva induzida por ruído no trabalho: análise de casos, mecanismos fisiopatológicos e repercussões socio previdenciárias. **RECISATEC- Revista Científica Saúde e Tecnologia**, v. 2, p. e28159-e28159, 2022.

WENG, P. L. **Avaliação de ruídos de uma linha de inspeção em uma indústria metalmeccânica**. 2023. 15 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia), Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.